VARIAÇÃO DA FORMA DA FOLHA DOS ALGODOEIROS MOCO' e RIM DE BOI

ELYDIO VELLASCO,
Assistente do I.B.V.

1) Introducção

O polymorphismo da folha do algodoeiro é um phenomeno natural, mesmo dentro de um individuo, desde que a variação não transponha os limites que a analyse estatistica tolera para as causas de origem mesologica. Quando a variabilidade verificada dentro de um grupo de individuos vae alem desses limites, presume-se sua origem nas condições hybridas dos individuos desse grupo, ou — o que vem a ser o mesmo — a variação provem de differente organisação germinal das plantas estudadas.

O trabalho a seguir é o resultado de um estudo dessa natureza sobre variedades de algodões brasileiros. Encerra tambem uma parte critica e comparativa das formulas até hoje usadas para medições da folha do algodoeiro.

2) Material e methodo

Duas variedades pertencentes a especies differentes, Rim de Boi (*G. brasiliensis*) e Mocó (*G. vitifolium*) constituiram o nosso material de estudo. Esta ultima variedade é o famoso algodão das regiões aridas do nordeste brasileiro, tido como um dos melhores do mundo. A população que temos em estudo foi conseguida de sementes procedentes do *habitat* natural da planta — o nordeste.

O Rim de Boi ou *Inteiro* é o unico representante da especie muito brasileira *G. brasiliensis*. Já foi largamente cultivada no tempo do Brasil colonial, epocha em que era considerado optimo algodão e que constituia o maior volume de nossa producção. A

sua cultura na actualidade está quasi que abandonada; restricta a uma pequena parte do norte de Minas e da Bahia. De Minas recebemos as sementes de que conseguimos a nossa actual cultura.

Ambas variedades acham-se bastante cruzadas. E' o que demonstra a diversidade de typos que se pode destacar dentro de cada uma dellas. Algumas dessas formas apresentam conspicuos caracteres de G. *hirsutum*, naturalmente consequencia de cruzamentos com algodões americanos, hoje muito cultivados em todas as regiões algodoeiras do paiz.

Para estudo de variação da forma da folha, fizemos as medições usando tres formulas: a de LEAKE e duas outras de HUTCHINSON que são simplesmente modificações da de LEAKE.

A expressão $\frac{A - B}{E}$ foi a formula usada por LEAKE, onde *A* representa o comprimento do lobulo mediano tomado do ponto de inserção do peciolo á ponta do lobulo, *B* a distancia entre a inserção do peciolo ao encontro do seno entre o lobulo mediano e o primeiro lobulo lateral e *E* a maior largura do lobulo mediano.

A modificação introduzida por HUTCHINSON foi a de desdobrar a formula de LEAKE em duas outras: $\frac{A}{B}$ e $\frac{A}{E}$ por ter verificado estreita correlação entre os valores de *B* e *E*. Utilisamos tambem para o nosso caso essas duas formulas, comparando os seus resultados com os obtidos pela formula de LEAKE.

3) RESULTADOS

Inicialmente foi feito o calculo de correlação existente entre os valores de A/B e A/E tomados de 105 folhas do algodoeiro Rim de Boi, valores esses que se acham grupados na tabella de correlação annexa. O coefficiente de correlação dahi calculado foi de + 0,19, valor muito pequeno para ser tido como resultado significativo de uma correlação entre as duas formulas. Resalta assim notavel divergencia entre o resultado encontrado por HUTCHINSON nos algodões egypcios ($r = + 0,6$ em um caso e $r = + 0,51$ em outro) com o que aqui encontramos para o Rim de Boi.

E' perfeitamente admissivel a supposição de que tal divergencia vem do material differente que usamos — *G. brasiliensis*. Nesta especie maior largura do lobulo mediano não corresponde a maior distancia entre a inserção do peciolo ao seno do angulo entre o lobulo mediano e o primeiro lobulo lateral, ou — expri-

mindo de modo mais simples — as duas dimensões são independentes.

Fizemos o emprego das tres formulas $\frac{A - B}{E}$, $\frac{A}{B}$ e $\frac{A}{E}$ tanto para o Rim de Boi como para o Mocó, medindo 105 folhas tomadas ao accaso numa *população* do primeiro e 110 folhas do segundo. Os dados obtidos foram grupados em classes e assim organisadas as tabellas de distribuição de frequencias que figuram em annexo.

Em annexo tambem estampamos os graphicos com as curvas correspondentes ás diversas distribuições, onde se pode observar promptamente as principaes caracteristicas da variabilidade da forma da folha, quer se considere a variedade, quer se trate da formula empregada.

Usando o mesmo criterio, isto é, por variedade e por formula, o quadro abaixo encerra as principaes constantes estatisticas calculadas dos dados tabellados.

CONSTANTES	VARIEDADES					
	Rim de Boi			*Mocó*		
	$\frac{A-B}{E}$	$\frac{A}{B}$	$\frac{A}{E}$	$\frac{A-B}{E}$	$\frac{A}{B}$	$\frac{A}{E}$
M	0,9	1,7	2,3	1,3	2,3	2,2
σ	± 0,33	± 0,36	± 0,25	± 0,30	± 0,45	± 0,25
e	± 0,22	± 0,24	± 0,17	± 0,20	± 0,30	± 0,16
C.V.	37,00 %	21,00 %	11,00 %	23,00 %	20,00 %	11,30 %

A expressão $\frac{A - B}{E}$ é a que dá lugar a maior dispersão das frequencias. A variabilidade dos dados della obtidos se apresenta de 37 % para o Rim de Boi, e de 23 % para o Mocó. Seguem os valores de $\frac{A}{E}$ variando em 21 % no Rim de Boi e 20 % no Mocó.

Finalmente, menor variação se obtem com o emprego da formula $\frac{A}{E}$, como estão indicando todas as constantes que medem variabilidade.

Como é facil de ver, é o factor *B* que dá lugar a maior variação desde que *A* é factor commum a todas as formulas. *B*, correspondendo á distancia que vae do encontro do seno entre o lobulo mediano e o primeiro lobulo lateral e a inserção do peciolo, e se esta distancia varia em proporção inversa com a forma mais ou menos espalmada da folha, segue que é este o caracter da folha que está sujeito a maior variabilidade.

A maior largura do lobulo mediano *E* é, como já vimos, o factor que menos varia. Entendemos que a formula $\frac{A}{E}$ é a que mais convem para se determinar os typos de folha de uma *população* de algodoeiro, de vez que o factor *E* está sujeito a menor influencia de causas estranhas á constituição genetica da planta.

As curvas que se encontram nos diagrammas annexos são polymodaes, principalmente para as distribuições correspondentes a $\frac{A - B}{E}$ e a $\frac{A}{B}$. O grupamento de frequencias em torno de cada *maximo* é pequeno em todos os casos e, ás vezes, nenhum, fazendo a curva cahir rapidamente para os pontos de frequencia minima. Nas quedas mais bruscas a linha desce do ponto de frequencia maxima directamente ao ponto de frequencia minima, e dahi subindo, tambem directamente, ao ponto maximo immediato. E' o que se observa, por exemplo, nas curvas relativas a $\frac{A - B}{E}$ e $\frac{A}{B}$ tanto do Rim de Boi como do Mocó, dando ao phenomeno apparencia descontinua, de continua que devia ser.

4) CONCLUSÃO

A variabilidade da forma do algodoeiro Rim de Boi e Moco verificada nas *populações* aqui estudadas vae alem dos limites que normalmente se admittem para as variações provocadas pelo meio. Temos que admittir, no caso, a interferencia de factores geneticos contribuindo com as suas differentes combinações para essa diversidade de typos de folha.

Quanto ao numero desses factores, não é possivel ser determinado por este primeiro estudo de simples variabilidade dentro de uma *população* caracteristicamente heterogenea.

Comtudo, se falha a analyse genetica, o exame das curvas e das tabellas de distribuição de frequencia permitte distinguir os typos de folha existentes dentro de cada *população*.

No Rim de Boi, por exemplo, observando a curva relativa a $\frac{A}{E}$, verificam-se tres typos de folha, respectivamente com os valores *indices* 1,9, 2,2 e 2,5, predominando sobre os demais, principalmente sobre o primeiro, o de indice 2,2, exactamente equidistante de 1,9 e 2,5.

Ainda no Rim de Boi, as curvas relativas a $\frac{A - B}{E}$ e $\frac{A}{B}$, que medem de preferencia a orientação dos lobulos lateraes relativamente ao lobulo mediano, revelam quatro typos, sendo, em $\frac{A - B}{E}$, com os valores *indice* 0,6, 0,8, 1,0 e 1,2 e, em $\frac{A}{E}$, com os valores de 1,4, 1,7, 2,0 e 2,2, predominando entre os primeiros o typo de folha de valor *indice* 1,0, e nos segundos, 1,7.

No Mocó são quatro os typos de folha que se obtem de $\frac{A}{E}$, correspondendo aos indices 2,0 2,2, 2,4 e 2,7, mas com accentuada preponderancia do typo 2,2 e quasi inexistencia do typo 2,7. Despresando-se este ultimo typo, a distribuição enquadra-se, como a do Rim de Boi, no caso de um par de factor allelomorphico.

$\frac{A - B}{E}$ do Mocó é caracteristicamente trimodal ou de tres typos, correspondendo aos pontos de frequencia maxima ou *indice* 0,8, 1,2 e 1,5. Succedeu aqui que a grande variabilidade dos factores *B* e *E*, combinando-se inversamente para os valores da formula $\frac{A - B}{E}$ determinou menor variabilidade dentro desses valores.

A grande variabilidade de *B* transparece na curva relativa a $\frac{A}{B}$ de configuração multimodal, o que prova que a orientação dos lobulos na folha de Mocó está sujeita a multiplas causas, possivelmente muitas de origem genetica e outras mesologicas.

A separação, tanto no Mocó como no Rim de Boi, desses dois grupos de causas obriga-nos a um trabalho de analyse genetica

envolvendo plantas as mais typicas, o que já está sob o nosso cuidado.

Rio, Agosto de 1936.

VALORES INDICE	*Mocó*			*Rim de Boi*		
	Frequencias de $\frac{A-B}{E}$	Frequencias de $\frac{A}{B}$	Frequencias de $\frac{A}{E}$	Frequencias de $\frac{A-B}{E}$	Frequencias de $\frac{A}{B}$	Frequencias de $\frac{A}{E}$
0,3				4		
0,4				4		
0,5				4		
0,6				12		
0,7	3			9		
0,8	6			11		
0,9	4			10		
1,0	8			18		
1,1	16			10	2	
1,2	19			13	3	
1,3	14			6	10	
1,4	8			—	10	
1,5	12	2		2	10	
1,6	10	1		1	12	
1,7	3	5	2	—	13	
1,8	3	7	2	1	9	6
1,9	—	6	10		6	7
2,0	2	6	15		8	5
2,1	1	17	12		4	18
2,2	1	13	24		8	17
2,3		9	9		4	12
2,4		6	13		2	15
2,5		5	11		1	12
2,6		4	4		2	6
2,7		9	6		—	4
2,8		3	—		—	1
2,9		4	2		1	1
3,0		5				1
3,1		2				
3,2		2				
3,3		1				
3,4		—				
3,5		2				
3,6		1				
Total	110	110	110	105	105	105

Tabella de distribuição de frequencias relativas ás medições das folhas dos algodoeiros *Mocó* e *Rim de Boi* pelas formulas $\frac{A-B}{E}$, $\frac{A}{B}$ e $\frac{A}{E}$.

	VALORES DE A/B																			
VALORES DE A/E	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	Total	dx. dy.
1,8		1	2	2										1						6	+ 0,95
1,9			1		1		1			1		2							1	7	— 0,76
2,0		1	1		1			1								1				5	+ 0,03
2,1		1		4	1	7	2			1	1		1							18	+ 0,26
2,2				2	1	1	4	2	2	1		3	1							17	— 0,21
2,3			2		2	1	1		2	2			2							12	0,00
2,4	1			1	1	2	3	3	1	2	1									15	+ 0,02
2,5	1		2	1	1		2	2			1	2								12	— 0,06
2,6					2				1		1			1		1				6	+ 0,54
2,7			1			1		1		1										4	— 0,04
2,8												1								1	+ 0,25
2,9			1																	1	+ 0,24
3,0															1					1	+ 0,56
Total	2	3	10	10	10	12	13	9	6	8	4	8	4	2	1	2			1	105	+ 1,78

Tabella de correlação organisada com os valores de A/B e A/E tomados sobre 105 folhas do algodoeiro Rim de Boi. r= + 0,19.

EXPLICAÇÃO SOBRE OS GRAPHICOS

Graphico n. 1

Curva de frequencia dos valores de $\frac{A - B}{E}$ tomados de 105 folhas do algodoeiro *Rim de Boi* ou *Inteiro*.

Graphico n. 2

Idem, Idem, relativa aos valores de $\frac{A}{B}$ de 105 folhas do Rim de Boi

Graphico n. 3

Idem, Idem, relativa aos valores de $\frac{A}{E}$ de 105 folhas do Rim de Boi

Graphico n. 4

Curva de frequencia dos valores de $\frac{A - B}{E}$ tomados de 110 folhas do algodoeiro *Mocó*.

Graphico n. 5

Idem, Idem, relativa aos valores de $\frac{A}{B}$ tomados de 110 folhas do Mocó.

Graphico n. 6

Idem, Idem, relativa aos valores de $\frac{A}{E}$ tomados de 110 folhas do Mocó.

18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7
0,8
0,9
1,0
1,1
1,2
1,3
1,4
1,5
1,6

Graphico 1

Graphico 2

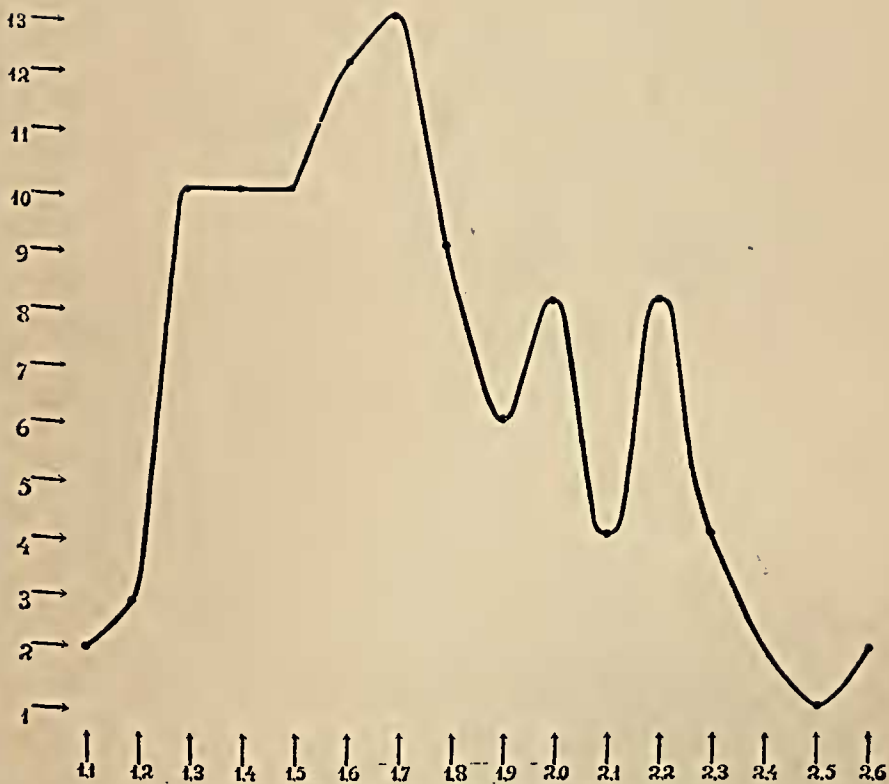
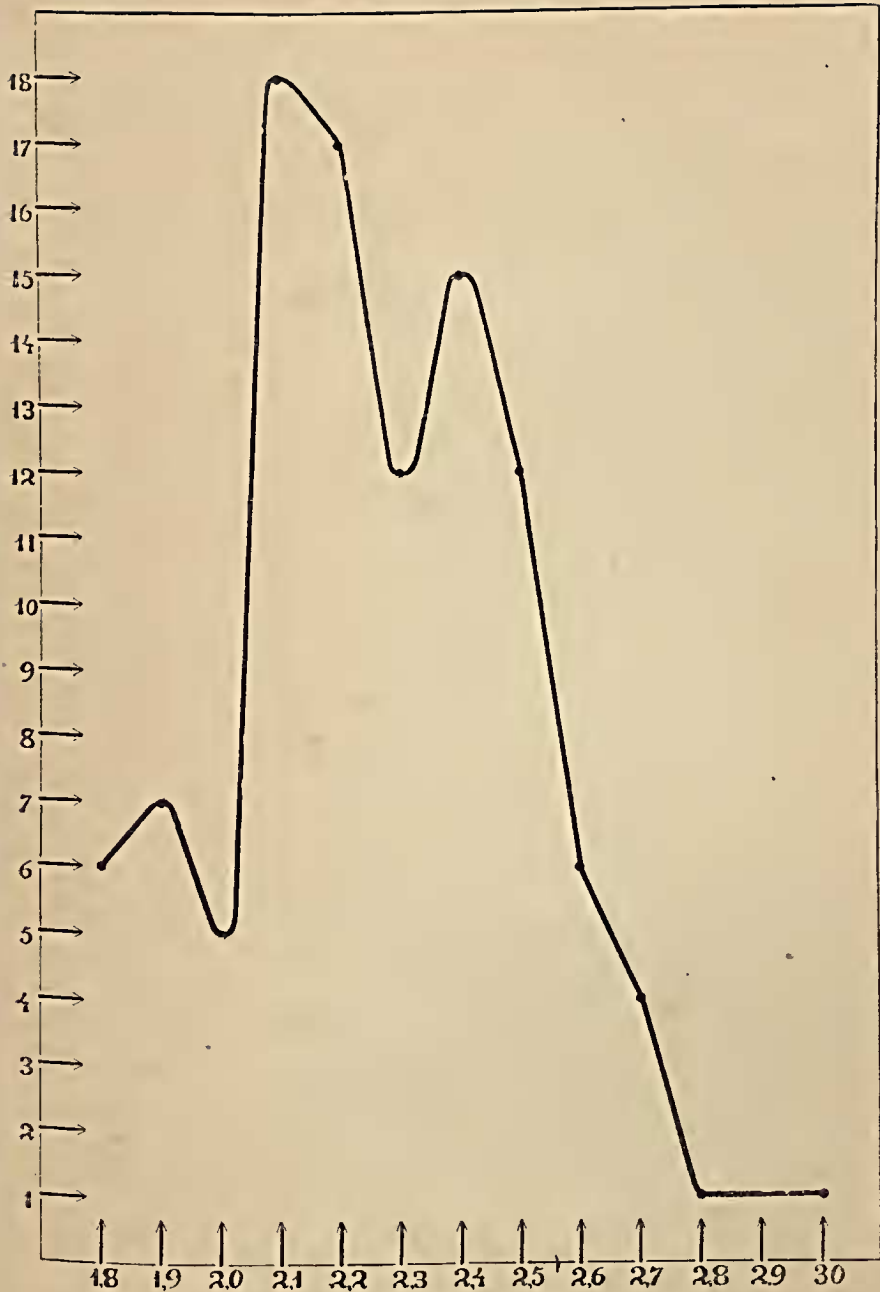
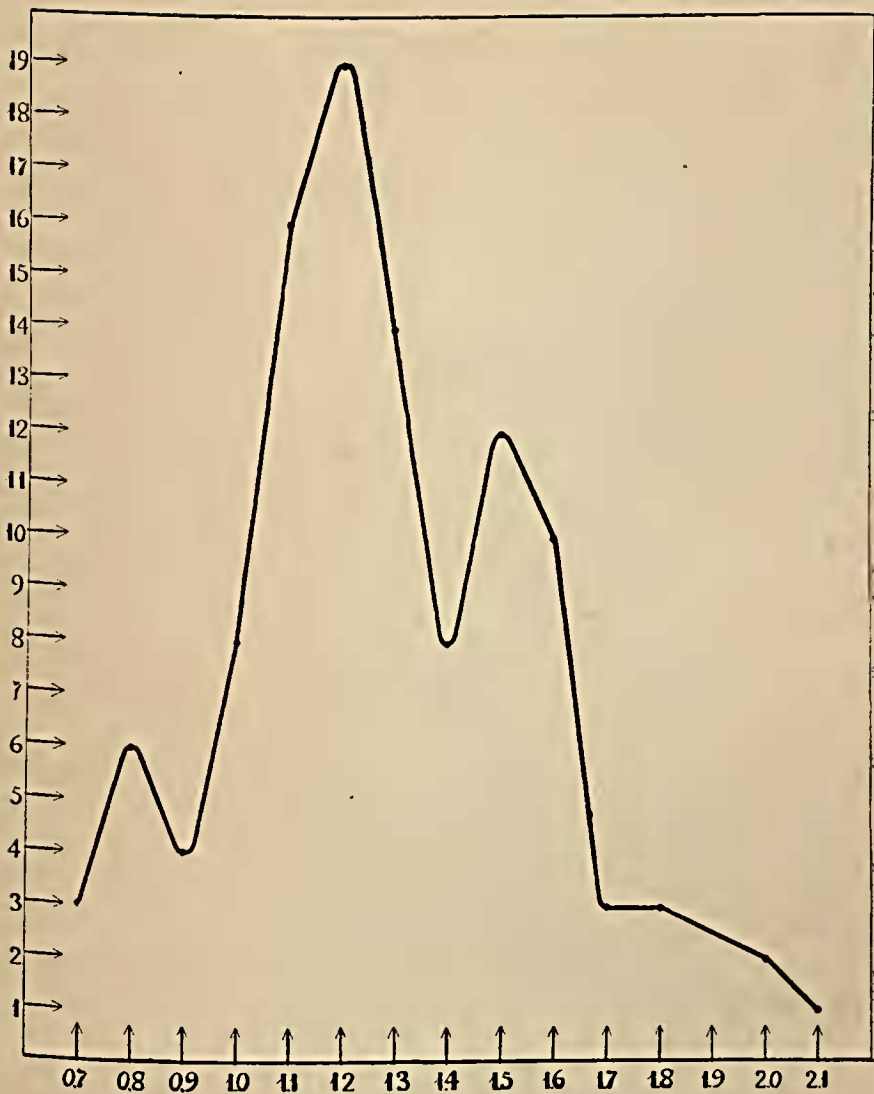
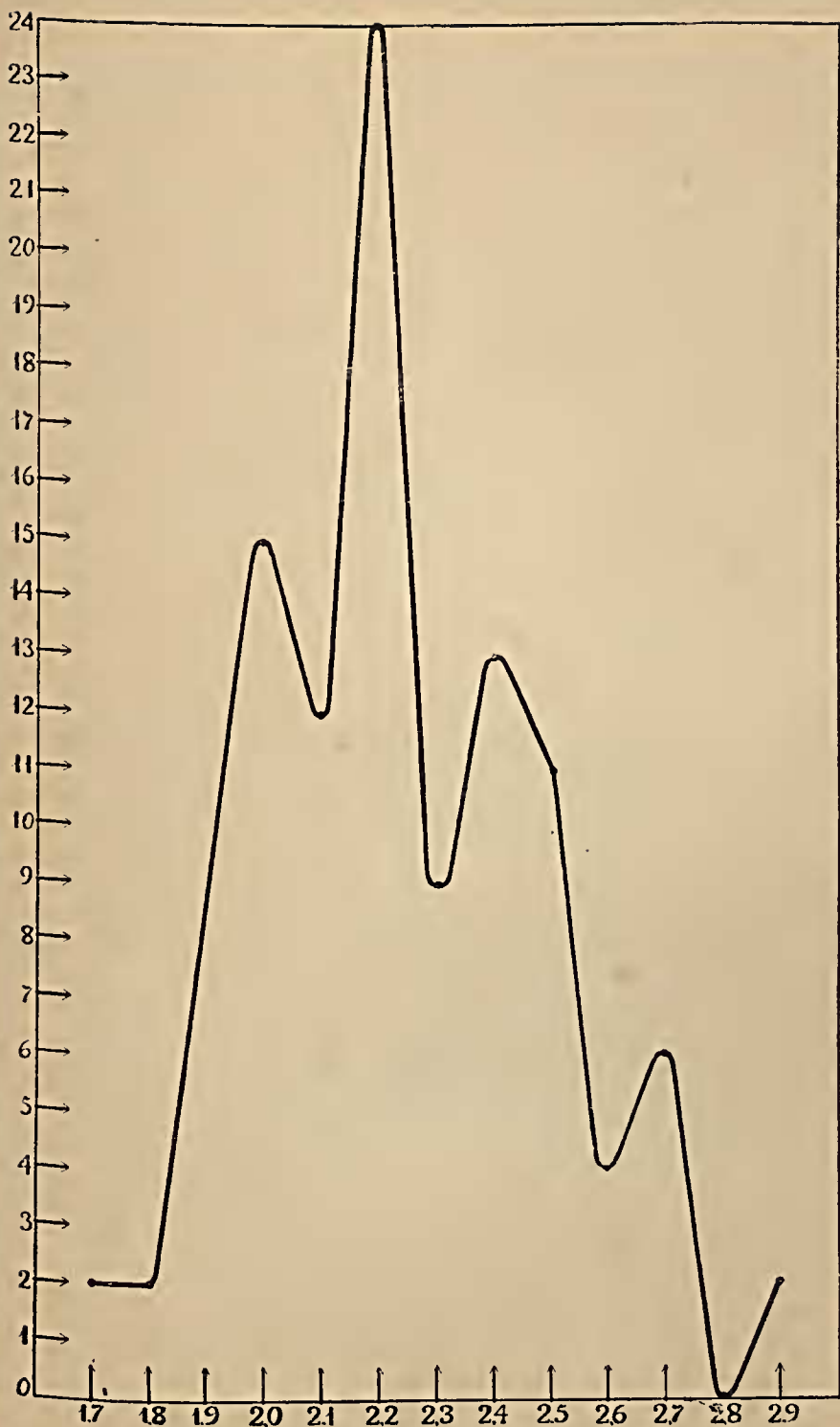
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
1,8
1,9
2,0
2,1
2,2
2,3
2,4
2,5
2,6
2,7
2,8
2,9
30

Graphico 3

19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0.7
0.8
0.9
1.0
1.1
1.2
1.3
1.4
1.5
1.6
1.7
1.8
1.9
2.0
2.1

Graphico 4

17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
1,5 1,6 1,7 1,8 1,9 2,0 2,1 2,2 2,3 2,4 2,5 2,6 2,7 2,8 2,9 3,0 3,1 3,2 3,3 3,4 3,5 3,6

Graphico 5

24
23
22
21
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
1.7
1.8
1.9
2.0
2.1
2.2
2.3
2.4
2.5
2.6
2.7
2.8
2.9
Graphico 6

A PODRIDÃO PEDUNCULAR DAS LARANJAS

Estudo estatistico sobre o emprego do borax e da tesoura

ALCIDES FRANCO.
Assistente chefe
e
CASTAÑO FERREIRA.
Ajudante do I.B.V.

A Secção de Phytopathologia, em collaboração com o Serviço de Defesa Sanitaria Vegetal, fez, recentemente a verificação do resultado da applicação de um novo processo para reduzir os prejuizos causados pela podridão peduncular das laranjas destinadas á exportação.

O experimento consistiu no emprego de uma tesoura especial para a colheita das laranjas, que foram retiradas de dez arvores, em differentes estados de sanidade, e com edade de 9 a 10 annos.

Os fructos colhidos, que variavam de 179 a 200 por pé, foram collocados em dez caixas de exportação, sendo cada uma dellas dividida em quatro compartimentos de egual capacidade.

De 1.879 laranjas apanhadas 944 foram cortadas com a tesoura e 935 foram arrancadas á mão. Cerca de metade de cada grupo, foi tratada por um soluto de borax, e a restante não soffreu tratamento algum.

Houve, desse modo, quatro combinações diversas, a saber:

Grupo I — Com pedunculos cortados { a — com borax; b — sem borax }

Grupo II — Com pedunculos arrancados { c — com borax; d — sem borax }

Dentre os fructos colhidos, verificou-se que 580 foram atacados pela podridão peduncular, assim discriminados:

QUADRO I

Caixas	*a*	*b*	*c*	*d*	Total
I	3	25	6	31	65
II	3	18	4	35	60
III	9	22	7	42	80
IV	5	30	5	27	67
V	5	13	5	21	44
VI	9	25	5	37	76
VII	8	25	5	32	70
VIII	6	15	5	21	47
IX	5	5	4	6	20
X	3	15	2	31	51
	56	193	48	283	580

ou seja approximadamente o total de 31 % da população de individuos colhidos, atacados pela podridão peduncular.

O methodo empregado na verificação dos resultados, foi o da *analyse da variance,* (*) que tem a vantagem de poder decompôr a acção dos differentes factores que influenciam os resultados. Isto decorre de que a *variance* tem a propriedade notavel de ser additiva, isto é, si uma quantidade x está sujeita á influencia de varias causas independentes, cada uma dellas contribuindo com uma certa magnitude, a *variance* total dessa quantidade é egual á somma algebrica das *variances* parciaes correspondentes áquellas diversas causas.

Supponhamos, p. ex., que as causas sejam A e B. O valor de qualquer observação de x será, então:

$$x = \bar{x} + \alpha + \beta + \bar{x}'$$

sendo $\bar{x}$ a média, α e β os afastamentos da media, produzidos por A e B e $\bar{x}'$ o afastamento decorrente do acaso.

Para n observações, a somma total dos quadrados dos afastamentos da média é:

$$\Sigma(x-\bar{x})^2$$

isto é, $\Sigma\alpha^2 + \Sigma\beta^2 + \Sigma\bar{x}'^2$

(*) Expressão que significa o quadro médio do afastamento da média geral.

e dividindo tudo por n, numero de individuos em exame, temos:

$$\sigma_x^2 = \sigma_\alpha^2 + \sigma_\beta^2 + \sigma_{x'}^2$$

em que $\sigma_x{}^2$ é a *variance* da media.

Em outras palavras, a *variance* total de x é egual á somma das *variances* decorrentes de causas associadas, mais o erro respectivo. Si, por exemplo, qualquer causa tem effeito importante sobre x, a sua *variance* será uma grande fracção do total e, si pelo contrario, o effeito fôr pequeno, a *variance* correspondente será uma pequena fracção do total.

A *analyse da variance* é regida, pois, pela lei, segundo a qual, a variação total, observada numa amostra, quando medida em funcção da differença entre a somma dos quadrados dos afastamentos e a sua media geral, pode ser decomposta em partes, por meio de uma identidade algebrica.

Ponto importante a considerar é a estimativa do erro da *variance,* commum a todas as medias, estimativa essa que é a base da determinação da confiança que merecem os resultados experimentaes.

A estimativa desse erro é dada, em funcção do erro *standard* e é limitada, entre duas medias quaesquer, á differença de pelo menos duas vezes aquelle erro, o que corresponde a uma approximação de cerca de 5 %, maximo de tolerancia admittida nos resultados experimentaes.

Preliminarmente, podemos considerar que houve quatro modalidades de experimento, entre as quaes ha sómente trez comparações independentes:

1 — (testemunha) pedunculo arrancado, sem tratamento.
2 — pedunculo arrancado, com borax.
3 — pedunculo cortado com a thesoura, sem borax.
4 — pedunculo cortado com a thesoura, com borax.

Fazendo $\bar{x}$ a media geral das observações no quadro I e x uma observação qualquer, a somma total do quadrado dos afastamentos entre x e $\bar{x}$ pode ser expressa por:

$$S = \Sigma (x - \bar{x})^2$$

Dividindo a expressão acima pelas comparações independentes, tem-se a estimativa da *variance* da população em exame, ou seja:

$$\sigma = \frac{\Sigma (x - \bar{x})^2}{mn - 1}$$

e a raiz quadrada desta expressão representa o afastamento *standard*, commum ao experimento.

S pode ser decomposto em S_t e S_e, sendo S_t a variação entre *n* medias e S_e a variação dentro dessas medias.

Algebricamente pode sêr assim representado:

$$S_t = m \sum_1^n (x-\bar{x})^2 \quad \text{e}$$

$$S_e = \sum_1^n \sum_1^m (x-\bar{x})^2$$

em que a dupla somma mostra que os quadrados dos afastamentos entre x e a media $\bar{x}$, devem ser addicionados, visto como ha *mn* observações, dentro das quaes mn-1 comparações independentes. A somma de *mn* quadrados da forma $(x-\bar{x})$ é equivalente a mn-1 quadrados independentes, visto como as comparações independentes entre as medidas dos grupos é n-1, e dentro delles é n(m-1).

Convem notar, entretanto, que não se obtem uma identidade entre as varias sommas dos quadrados da forma $S = S_t + S_e$, senão entre a somma das comparações correspondentes ás variações entre e dentro dos grupos, isto é;

$$nm-1 = (n-1) + (m-1) + (m-1)\ (n-1)$$

sendo a ultima fracção correspondente aos erros do experimento.

A vantagem do emprego do methodo acima, exposto está em que a população em exame, tendo embora differentes medias (por isso que foi decomposta em grupos) possúe, não obstante, a mesma *variance*. Isto constitue verificação conhecida sob o nome de *z test*.

Esta verificação consiste em tomar-se a differença da metade do logarithmo neperiano correspondente ás *variances* de *m* e *n*.

Applicando o methodo aqui descripto, em sua forma mais simples, á observação dos resultados referidos no quadro I, podemos dispôr os elementos calculados, do seguinte modo:

QUADRO II

Analyse da variance

	Comp. indep.	$\Sigma (x-\bar{x})^2$	σ^2	1/2 $\log_e$
Experimentos	3	3867.8	1289.3	3.5808
Replicações	9	724.0	80.4	2.1935
Erros	27	786.2	29.1	1.6854
Somma	39	5378.0		

O erro standard será $\sqrt{\sigma^2} = 5.4$. Para comparal-o com a media de n observações, este numero deve ser dividido por $\sqrt{n}$. Si se comparam, por exemplo, duas medias quaesquer do quadro I, como 5.6 (pedunculo cortado, com borax) e 19.3 (pedunculo cortado, sem borax), verifica-se que a differença entre ambas (13.7) é vinte e cinco vezes maior do que o erro standard (5.4 ÷ 10 = 0.54), e então podemos escrever:

$$13.7 \pm 0.54$$

O que significa, *decorrer do emprego do borax, o menor ataque pela podridão peduncular.*

Ao mesmo resultado se chega, comparando as medias 4.8 e thesoura foi vantajoso. E' quando se comparam as medias 19.3 e 28.3; 5.6 e 4.8, havendo apenas um caso em que o emprego da 28.3 (sem borax, cortado e arrancado, respectivamente), ou seja:

$$9.0 \pm 0.54$$

Para melhor esclarecimento do assumpto, podemos ampliar o quadro II, apresentando-o como se vê abaixo:

QUADRO III

	Comp. indep.	Σ (x — x)²	σ²	1/2 logₑ
Com borax	1	3459.6	3459.6	4.0743
Sem borax	1	168.1	168.1	2.5623
Interacção	1	240.1	240.1	2.7405
Repetições	9	724.	80.4	2.1935
Erros	27	786.2	29.1	1.6854
Total	39	5378.0		

O valor de z = 4.0743 — 1.6854 = 2.3889 mostra que o erro experimental está muito aquem de 1 %, (com borax).

Applicando o mesmo raciocinio ao experimento sem borax, verifica-se que o valor de z = 2.5623 — 1.6854 = 0.8769 está comprehendido entre 5 % e 1 %.

Afim de poder controlar a possivel interacção existente entre o emprego da thesoura e o tratamento com o borax, seria conveniente que, de futuro, o experimento fosse realisado, colhendo-se, de cada arvore, tomada ao acaso, determinado numero de fructos,